The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Nuclear magnetic resonance study of antiferromagnetic heavy-fermion system UCu5
Author(s)	中村, 裕之
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39250
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【 24 】

氏　　名	中　村　裕　之（なかむら ひろゆき）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学位記番号	第　11513　号
学位授与年月日	平成6年7月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Nuclear magnetic resonance study of antiferromagnetic heavy − fermion system UCu_5 （重い電子系反強磁性体 UCu_5 の核磁気共鳴）
論文審査委員	（主査） 教　授　朝山　邦輔 （副査） 教　授　天谷　喜一　　教　授　三宅　和正　　助教授　北岡　良雄

論文内容の要旨

ウランを含む金属間化合物 UCu_5 は15Kで反強磁性に転移しさらに1Kで何らかの相転移をすることが知られている。1K直上での電子比熱係数は380mJ／molKと非常に大きく，電子は反強磁性状態で重い準粒子としてふるまう。本研究では1Kでの転移の起源を調べ，かつ，重い電子系の基底状態に関する知見を得ることを目的として，UCu_5 のCu核の核磁気共鳴（NMR）および核四重極共鳴（NQR）の実験を行った。UCu_5 の結晶構造は立方晶のC15b型でありUはFCC格子を組む。また，Cuは結晶学的に異なる2つのサイト（立方対称と三回対称）を持つが，両サイトに対して詳しい測定を行った。測定は常磁性状態，15Kから1Kの反強磁性状態，1K以下の未知の状態のすべてに対して行った。常磁性状態でNQRスペクトル，両サイトのナイトシフト，および，NQRを用いたスピン格子緩和時間の測定を行った。15Kから1K，および1K以下の状態に対しては磁場中およびゼロ磁場の両方でスペクトル測定を行った。その結果，1K以下の状態は別の反強磁性状態であることが明らかになった。15K以下に対しては立方対称のサイトの共鳴を用いてゼロ磁場でスピン格子緩和時間を測定した。磁場スペクトルの解析から15Kから1Kの状態に対してnon − collinearな4q構造を初めて提唱した。これはMurasikらが中性子回折に基づいてすでに提唱していたものとは異なるが，NMRと中性子回折の結果を同時に矛盾なく説明するものである。さらに，1K以下の状態に対してcollinearな1q構造を提唱した。これら2つの構造は通常の中性子回折では全く識別できず，本研究によって初めて違いが明らかとなった。また，これらの磁気構造を仮定すると，単純な超微細相互作用のモデルを用いて1Kの上下で得られた複雑なゼロ磁場スペクトルを矛盾なく説明することができる。解析によって，1Kの転移はスピンの再配列転移であることが示されたと同時に，1Kで超微細磁場の変化もスピンの再配列だけで無理なく説明された。また，1Kで電場勾配が大きく変化することも明らかとなった。1Kでの2桁にもおよぶ核磁気緩和率の減少は，励起スペクトルにエネルギーギャップが生成することを微視的観点から示した。そのギャップは強い電子相関のため生成した重い電子系の一つの特徴と考えられる。また，スピンの再配列はギャップの生成によって誘起されているように見える。

論文審査の結果の要旨

セリウムやウランを含むいわゆる重い電子系化合物の基底状態は常磁性，反強磁性，超伝導，半導体的ギャップを示すもの等多彩であり，その研究は現在の固体物理学の中心的研究課題の一つである。

UCu_5は15K以下で反強磁性を示すがその磁気モーメントは～1 μ_B／Uと大きくさらに1Kで新たな相転移を起こす特異な物質であり，世界的にも注目を集め多くの研究がなされている。

本研究はこの系について結晶学的に異なる二つの銅位置について広い温度範囲で詳細なNMR測定を行い，ナイトシフト，電場勾配，スピン格子緩和時間等を測定し，磁気構造その他の性質を明らかにしたものである。

15K以下1Kまでの磁気構造としてはすでに中性子線回折でコリニアーな1qスピン構造が提案されていたが，この研究でノンコリニアーな4qスピン構造が提案された。中性子線回折では1qと4qが区別できず，NMRの解析によりはじめて4q構造が確定した。このような磁気構造は重い電子系では初めてのものである。

磁気構造を決定する最も有効な手段は中性子線回折であるが，複数の可能性が最終的に区別出来ない場合がある。一方，NMRはこれだけでは磁気構造を決定することが困難であるが，ある程度可能性が絞られてくるとその決定に有効性を発揮する。本研究は中性子回折とNMRの相補性がきわめて有効に発揮された典型的な好例である。

次に，1K以下の相転移はコリニアーな1q構造への転移であることを明らかにした。この磁気構造は1K以上と同じ超微細結合定数を使ってNMRの結果を矛盾なく説明できる。また1K以下でスピン励起にギャップが生じること，さらに電場勾配が大きく変化することを観測している。ギャップ生成や電場勾配の変化などの機構解明にはなお一層の研究を必要とするが本研究は多彩な重い電子系物質の中で特異な位置を占めるUCu_5についてその性質を明らかにし，重い電子系研究に重要な寄与をもたらしたものであり学位論文として十分に価値あるものと認められる。